

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11202143
PUBLICATION DATE : 30-07-99

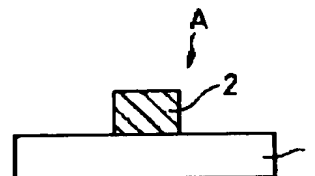
APPLICATION DATE : 16-01-98
APPLICATION NUMBER : 10007042

APPLICANT : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE;

INVENTOR : ISAWA MASAYUKI;

INT.CL. : G02B 6/13

TITLE : OPTICAL WAVEGUIDE PARTS AND
THEIR PRODUCTION



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain optical waveguide parts having optical circuit patterns and a highly flexible substrate by forming optical waveguide of glass obtd. by a sol-gel method.

SOLUTION: The parts A are constituted by forming the optical waveguides 2 consisting of the glass with prescribed plane patterns on the substrate 1. This optical waveguides 2 are the glass formed by the sol-gel method and have the refractive index higher than the refractive index of the substrate 1. The material of the substrate 1 is adequately a thermoplastic resin. The production of the parts A is executed by applying the prepd. sol on the substrate 1 and forming the prescribed patterns. The entire parts is then dried and the solvent of the sol is vaporized and removed, by which the sol is gelatinized. Consequently, the state that the prescribed patterns consisting of the gel are drawn is attained on the substrate 1. The entire parts is then subjected to a heat treatment to vitrify the gel. Then, the optical waveguide parts A formed by using the thermoplastic resin for the substrate 1 are highly flexible and versatile novel applications, such as prepaid cards, are expected.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-202143

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/13

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

M

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-7042

(22) 出願日

平成10年(1998) 1月16日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

(72) 発明者 阪本 一秀

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 石和 正幸

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古

河電気工業株式会社内

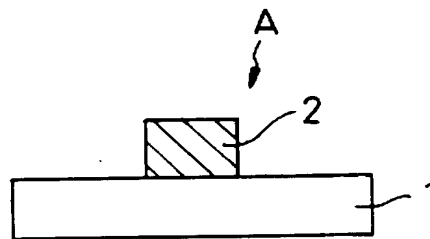
(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

(54) 【発明の名称】 光導波路部品およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ゾルーゲル法で形成された光回路パターンを有する新規な光導波路部品とその製造方法、特に、基板が熱可塑性樹脂から成るため可撓性に優れている光導波路部品とその製造方法を提供する。

【解決手段】 基板 1 上に、ゾルーゲル法を適用してガラス薄膜を 200℃ 近辺の温度で成膜することにより、基板 1 が熱可塑性樹脂であっても熱損傷を受けることなく、基板 1 と基板 1 上のガラス光導波路 2 とから成る光導波路部品を製造し得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に光導波路のパターンが形成されている光導波路部品において、前記光導波路がゾルーゲル法により得られたガラスから成ることを特徴とする光導波路部品。

【請求項2】 前記光導波路が、コア部と、前記コア部の全部または一部を囲繞するクラッド部とを備え、前記コア部と前記クラッド部はいずれもゾルーゲル法により得られたガラスから成る請求項1の光導波路部品。

【請求項3】 前記基板は、少なくとも前記光導波路より低屈折率の熱可塑性樹脂から成る請求項1の光導波路部品。

【請求項4】 1成分または2成分以上の加水分解可能な有機金属化合物を主成分とするゾルを調製する工程；前記ゾルを基板上に所望のパターンで塗布する工程；塗布した前記ゾルのパターンを乾燥させてゲル化する工程；および、前記ゲル化したパターンをガラス化温度に加熱してガラス化する工程；を備えていることを特徴とする光導波路部品の製造方法。

【請求項5】 ガラスとしたときの屈折率が異なるゾルを2種類調製し、前記2種類のゾルのうち高屈折率のガラスが得られるゾルを第1ゾル、低屈折率のガラスが得られるゾルを第2ゾルとし、前記第1ゾルを基板上に所望のパターンで塗布し、塗布した前記第1ゾルのパターンを乾燥させてゲル化し、前記ゲル化したパターンをガラス化温度に加熱してガラス化してコア部とし、前記コア部の周囲の全部または一部に前記第2ゾルを塗布し、塗布した前記第2ゾルを乾燥してゲル化し、前記ゲルをガラス化温度に加熱してガラス化してクラッド部とする、ことを特徴とする光導波路部品の製造方法。

【請求項6】 ガラスとしたときの屈折率が異なるゾルを2種類調製し、前記2種類のゾルのうち高屈折率のガラスが得られるゾルを第1ゾル、低屈折率のガラスが得られるゾルを第2ゾルとし、前記第1ゾルを基板上に所望のパターンで塗布し、塗布した前記第1ゾルのパターンを乾燥させてゲル化してコア部前駆体とし、前記コア部前駆体の周囲の全部または一部に前記第2ゾルを塗布し、塗布した第2ゾルを乾燥し、第2ゾルをゲル化してクラッド部前駆体とし、前記コア部前駆体および前記クラッド部前駆体をガラス化温度に加熱してガラス化してコア部およびクラッド部とする、ことを特徴とする光導波路部品の製造方法。

【請求項7】 前記ガラス化温度が高くとも200℃である請求項4乃至6のいずれかの光導波路部品の製造方法。

【請求項8】 前記第1ゾルが前記基板よりも高屈折率のガラスが得られる有機金属化合物を主成分とするものである請求項5または請求項6の光導波路部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、光導波路部品およびその製造方法に関する。さらに詳しくは、光導波路が低温プロセスで得られたガラスから成る光導波路部品およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】昨今、公衆電話や交通機関その他において、表面に磁気回路パターンが形成された磁気記録カードがプリペイドカードとして頻繁に利用されている。このプリペイドカードの磁気回路は利用額に応じて一部ずつ順次切断され、予め定められた利用限度額になると全てが切断されて使用不可能になる。しかし、使用済みのプリペイドカードであっても、切断された磁気回路パターンを修復したり、使用金額や残額などの情報を磁気を利用して書き換えるなどして、再使用できるように偽造・変造する行為が多発している。

【0003】このような問題に対して、回路パターンを光導波路で形成するプリペイドカード（以下、光回路カードという）の検討が行われている。切断された光導波路の回路パターンの再生は、磁気回路の再生に比べると困難であるからである。このような光回路カードを製造するためには、シート状をした基板の上に信号光が伝搬する材料、具体的にはガラスから成る光導波路を、所定の回路パターンで形成する必要がある。一般にガラスから成る光導波路は、FHD（火災加水分解）法、イオン交換法、EB（イオンビーム）蒸着法などを適用して形成されており、前記各方法のいずれにおいても、最終的に目的とする回路パターンをガラス化するためには500～1000℃以上の高温での熱処理を必要とする。そのため、基板にはこのような高温でも変形、熱分解、溶融などを起こさない材料、例えば石英、シリコン、あるいはホウ珪酸ガラスなどを用いることが必要となる。

【0004】しかしながら、上記した従来の方法で製造した光回路カードの場合には基板それ自体に柔軟性がなく、光回路カードに強い衝撃を与えた場合に基板が破損して使用不能となることが考えられる。このような問題に対しては、基板材料として柔軟な材料、例えば熱可塑性樹脂を用い、可撓性を持たせることが好適である。しかし熱可塑性樹脂は一般に融点が低いため、500～1000℃のガラス化温度での熱処理を必要とする上記の従来方法を適用すると、前記熱可塑性樹脂の基板は溶融してしまい、目的とするカードを製造することはできない。

【0005】一方、従来からゾルーゲル法でガラスを製造する方法が知られている（特開平6-199528号を参照）。この先行技術においては、シリコンアルコシキドを主体とし、ここに他の金属アルコシキドを配合して成るゾルからガラスの薄膜を200℃近辺の温度で成膜できることが開示されている。したがって、前記した光回路カードの製造に際し、基板が熱可塑性樹脂から成

る基板であったとしても、上記した先行技術を適用すれば、基板上にガラスの回路パターンを形成することができると考えられる。

【0006】しかしながら、現在までのところ、ゾルーゲル法を適用して光回路カードに代表される光導波路部品が製造されたという事例は知られていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ゾルーゲル法で形成された光回路パターンを有する新規な光導波路部品とその製造方法、とりわけ、基板が熱可塑性樹脂から成るため可撓性に優れている光導波路部品とその製造方法の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記した目的を達成するために鋭意研究を重ねる過程で、次のような考察を行った。例えば、基板上にゾルーゲル法でガラスの回路パターンを形成する場合、当該ガラスの屈折率は基板のそれよりも高くなければならないということである。

【0009】また、回路パターンが、光伝搬回路であるコア部とそのコア部を囲繞してコア部からの光の漏洩を防止するクラッド部から成る場合には、コア部のガラスの屈折率は前記クラッド部のそれよりも高くなければならないということである。即ち、基板とクラッド部とコア部との間では、上記した屈折率差が生ずるように、前記クラッド部とコア部を形成しなければならないということである。そのためには、クラッド部のガラスになるゾルと、コア部のガラスになるゾルとは、それらをガラス化したときに屈折率が異なるような性質を備えたものでなければならないことになる。

【0010】ここで、本発明者らは、例えばFHD法の場合、主体である SiO_2 に他の元素をドーパしたときには、その種類とドーパ量が変化すると、得られるガラスの屈折率が変化するという公知の事実に着目した。そこで、本発明者らは、前記した特開平6-199528号公報に記載のゾルーゲル法において、シリコンアルコシキドをガラス本体用のゾルと位置づけ、他のアルコシキド、例えばジルコニウムアルコシキドなどをドーパント用のゾルと位置づけ、このドーパント用のゾルの種類と配合量を変化させた状態で両者を混合したゾルを調製して、それをガラス化すれば、得られたガラスの屈折率が種々に変化したガラスを得ることができると推考した。そして、種々の実験を重ねた結果、上記推考の正しさを確認し、本発明の光導波路部品を開発するに至った。

【0011】即ち、本発明の光導波路は、基板上に光導波路のパターンが形成されている光導波路部品において、前記光導波路がゾルーゲル法により得られたガラスから成ることを特徴とする。特に、本発明においては、前記光導波路がコア部と前記コア部の全部または一部を

囲繞するクラッド部とを備え、前記コア部と前記クラッド部はいずれもゾルーゲル法により得られたガラスから成ることを特徴とする光導波路部品が提供される。

【0012】また、本発明においては、1成分または2成分以上の加水分解可能な有機金属化合物を主成分とするゾルを調製する工程；前記ゾルを基板上に所望のパターンで塗布する工程；塗布した前記ゾルのパターンを乾燥させてゲル化する工程；および、前記ゲル化したパターンをガラス化温度に加熱してガラス化する工程を備えていることを特徴とする光導波路部品の製造方法（以下、第1の製造方法という）が提供される。

【0013】さらに本発明においては、ガラスとしたときの屈折率が異なるゾルを2種類調製し、前記2種類のゾルのうち高屈折率のガラスが得られるゾルを第1ゾル、低屈折率のガラスが得られるゾルを第2ゾルとし、前記第1ゾルを基板上に所望のパターンで塗布し、塗布した前記第1ゾルのパターンを乾燥させてゲル化し、前記ゲル化したパターンをガラス化温度に加熱してガラス化してコア部とし、前記コア部の周囲の全部または一部に前記第2ゾルを塗布し、塗布した前記第2ゾルを乾燥してゲル化し、前記ゲルをガラス化温度に加熱してガラス化してクラッド部とすることを特徴とする光導波路部品の製造方法（以下、第2の製造方法という）が提供され、また、ガラスとしたときの屈折率が異なるゾルを2種類調製し、前記2種類のゾルのうち高屈折率のガラスが得られるゾルを第1ゾル、低屈折率のガラスが得られるゾルを第2ゾルとし、前記第1ゾルを基板上に所望のパターンで塗布し、塗布した前記第1ゾルのパターンを乾燥させてゲル化してコア部前駆体とし、前記コア部前駆体の周囲の全部または一部に前記第2ゾルを塗布し、塗布した第2ゾルを乾燥し、第2ゾルをゲル化してクラッド部前駆体とし、前記コア部前駆体および前記クラッド部前駆体をガラス化温度に加熱してガラス化してコア部およびクラッド部とすることを特徴とする光導波路部品の製造方法（以下、第3の製造方法という）が提供される。特に、前記ガラス化温度が高くとも200℃である光導波路部品の製造方法が提供される。

【0014】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の光導波路部品の一例Aを示す。この部品Aは、基板1の上に所定の平面パターンでガラスからなる光導波路2が形成されているものである。この光導波路2は、後述するゾルーゲル法で形成されたガラスであって、基板1よりも高屈折率になっている。

【0015】基板1の材料としては特に限定されるものではなく、従来と同じように石英、シリコンなどを用いることができることは当然であるが、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PE（ポリエチレン）、PC（ポリカーボネート）、PP（ポリプロピレン）などの熱可塑性樹脂を好適例とする。図2は、別の光導波路部

品Bを示し、これは基板1の上にゾルーゲル法でコア部2aが所定のパターンで形成され、このコア部2aが、同じくゾルーゲル法で形成されたクラッド部2bによって囲繞されて光導波路になっているものである。

【0016】なお、本発明の部品の断面構造は図1、図2で示したものに限定されるものではなく、例えば、コア部がクラッド部に埋め込まれている埋込型(図3)、基板の上に、クラッド部、リッジを備えたコア部を下からこの順序で積層させたりリッジ型(図4)、基板の上に、クラッド部、装荷材を備えたコア部を下からこの順序で積層させた装荷型(図5)のものであっても良い。

【0017】本発明の光導波路部品は、特開平6-199528号公報に記載されている方法に準拠して、次のようにして製造することができる。最初に、部品Aを製造するための第1の製造方法について説明する。まず、加水分解可能な有機金属化合物を主成分とするゾルを調製する。その場合、ゾルは、それをガラス化したときの屈折率が基板1の屈折率よりも高くなるようなものが選択される。したがって、用いる基板との関係でゾルの種類、即ちゾルの主成分である有機金属化合物の種類が決められることになる。

【0018】次いで、調製したゾルを基板1の上に塗布して所定のパターンを形成する。そして、全体を乾燥してゾルの溶媒を揮散除去して当該ゾルをゲル化する。その結果、基板1の上には、ゲルから成る所定のパターンが描画された状態になる。次いで、全体に加熱処理を施して、ゲルをガラス化する。加熱温度は高々200℃で充分である。したがって、基板1が熱可塑性樹脂であったとしても、基板1が熱損傷を受けることはない。

【0019】このようにして、図1で示したように基板1の上にガラスの回路パターン(光導波路2)が形成されている部品Aが得られる。次に、図2で示した部品Bの製造方法について説明する。この製造方法の場合は、基板1の上にコア部2aとそれを囲繞するクラッド部2bから成る光導波路2を形成することが必要であり、そのために前記した第2の製造方法と第3の製造方法が実施される。

【0020】まず、第2の製造方法について説明する。この方法では、最初に2種類のゾルが調製される。即ち、ガラス化したときの屈折率を比較した場合、相対的に高屈折率となる第1ゾルと、相対的に低屈折率となる第2ゾルである。前記第1ゾルはコア部2a形成用のものであり、前記第2ゾルはクラッド部2b形成用のものである。

【0021】この2種類のゾルは、用いる有機金属化合物の種類を変えたり、または、主成分としては例えばシリコンアルコシキドのようなものを用い、これにドーパントとして他の有機金属化合物を配合したり、その配合比を変化させたりして、ガラス化したときの屈折率を相違させるようにして、調製することができる。調製した

2種類のゾルのうち、まず前記第1ゾルを基板1の上に所定のパターンで塗布する。ついで、そのゾルパターンを乾燥してゲル化した後、ガラス化温度で加熱して当該ゲルパターンをガラスパターンのコア部2aに転化する。次いで、そのコア部2aの上から、前記第2ゾルを塗布した後ゲル化する。そして最後に、全体を当該ゲルのガラス化温度で加熱して、コア部2aを囲繞しているゲルをガラス化してクラッド部2bに転化する。

【0022】このようにして、高屈折率ガラスのコア部2aと、それを囲繞しかつコア部2aよりも低屈折率のガラスから成るクラッド部2bとを備えた光導波路2が基板1の上に形成される。次に、第3の製造方法について説明する。この方法の場合には、第2の製造方法において第1ゾルで形成したゲルパターン(コア部前駆体)へのガラス化処理を行うことなく、直ちにこのゲルパターンの上から第2ゾルを塗布してそれをゲル化(クラッド部前駆体)し、その後、全体をガラス化温度で加熱して、前記コア部前駆体とクラッド部前駆体とを一括同時にガラス化することにより、コア部2aとクラッド部2bとを備えた光導波路2が基板1の上に形成される。

【0023】

【実施例】[実施例1] ガラス本体用のゾルとする有機金属化合物として $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ を、ドーパント用のゾルとする有機金属化合物として $\text{Zr}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ をそれぞれ選択し、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4:\text{Zr}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4=54:46$ (重量比)となるよう混合した。また、水:メタノール:エタノール:イソプロパノール=1:1:1:4の容量比の混合溶媒を調製した。この溶媒に、前記した $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ と $\text{Zr}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ の混合物を24重量%となるように溶解し、さらに得られた溶液にボラントリエトキシドを0.2モル/kgの割合で添加して、10分間攪拌して主剤溶液とした。

【0024】一方、前記混合溶媒に酸性フッ化アンモニウムを添加して触媒用溶液を調製した。添加量は、前記主剤溶液と混合したときのフッ素イオン濃度が0.1モル/kgとなるように調整した。主剤溶液と触媒用溶液を3:1(重量比)で混合して10分間攪拌し、ここに塩酸を滴下してpHを5.0とし、約3時間放置してゾル(これをゾルaという)を調製した。

【0025】PET製の基板(屈折率=1.58)を用意し、この基板の上に前記ゾルを塗布して幅100 μm 、高さ50 μm の回路パターンを形成した。次いで、温度60℃で30分乾燥してゾルパターンをゲル化した後、さらに180℃で1時間加熱処理を行ってゲルパターンをガラス化して部品Aを得た。基板1の熱損傷は認められなかった。

【0026】得られたガラスパターンはZrがドーパされた SiO_2 からなり、その屈折率は1.60であった。

【実施例2~14】主剤溶液に用いる有機金属化合物と

して、表1で示したような2種類の有機金属化合物を表1で示した割合で組み合わせたものであったことを除いては、実施例1の場合と同じようにして各種のゾルを調製した。そして、実施例1の場合と同じようにしてこれらのゾルをガラス化したときの屈折率を予め測定した。その結果

を表1に示した。実施例1で用いたゾルaの結果も表1に併記した。

【0027】

【表1】

ゾル	ゾルの主成分				得られた ガラスの 屈折率
	第1の有機金属化合物		第2の有機金属化合物		
	種類	割合 (重量%)	種類	割合 (重量%)	
ゾルa	Si (OC ₂ H ₅) ₄	5.4	Zr (OC ₂ H ₅) ₄	4.6	1.60
ゾルb	Si (OC ₂ H ₅) ₄	6.4	Zr (OC ₂ H ₅) ₄	3.6	1.55
ゾルc	Si (OC ₂ H ₅) ₄	5.8	Al (O-i-C ₃ H ₇) ₃	4.2	1.53
ゾルd	Si (OC ₂ H ₅) ₄	7.0	Al (O-i-C ₃ H ₇) ₃	3.0	1.48

【0028】次いで、表1で示した各ゾルから、ガラス化したときの屈折率を考慮して、高屈折率化する第1ゾルと、それよりも低屈折率化する第2ゾルとを選択し、それらで表2に示したような組み合わせを行い、まず、表2で示した基板の上に第1ゾルでコア部を形成し、次いでそのコア部を囲繞するクラッド部を形成する第2の

製造方法で光導波路部品を製造した。なお、各ゾルの乾燥、ガラス化の条件は実施例1と同様の条件にした。

【0029】以上の結果を表2に示した。

【0030】

【表2】

実施例	基板		光導波路形成に用いたゾル				光導波路 部品のタ イプ (※2)
	種類	屈折率	第1ゾル		第2ゾル		
			種類 (※1)	ガラス化時 の屈折率	種類 (※1)	ガラス化時 の屈折率	
実施例1	PET	1.58	ゾルa	1.60	—	—	A
実施例2	石英	1.46	ゾルa	1.60	—	—	A
実施例3	PE	1.51	ゾルa	1.60	—	—	A
実施例4	PC	1.59	ゾルa	1.60	—	—	A
実施例5	PE	1.51	ゾルb	1.55	—	—	A
実施例6	PE	1.51	ゾルc	1.53	—	—	A
実施例7	石英	1.46	ゾルd	1.48	—	—	A
実施例8	PET	1.58	ゾルa	1.60	ゾルb	1.55	B
実施例9	PC	1.59	ゾルa	1.60	ゾルb	1.55	B
実施例10	PET	1.58	ゾルa	1.60	ゾルc	1.53	B
実施例11	石英	1.46	ゾルa	1.60	ゾルc	1.53	B
実施例12	PE	1.51	ゾルa	1.60	ゾルc	1.53	B
実施例13	PC	1.59	ゾルa	1.60	ゾルc	1.53	B
実施例14	PE	1.51	ゾルc	1.53	ゾルd	1.48	B

※1 表1参照

※2 図1、図2参照

【0031】得られた部品につき、その光導波路に波長660nmの信号光を入力して光伝搬状態を観察したところ、いずれも低損失で光が伝搬し、形成された光導波路は光回路として機能することが確認された。

【0032】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の光導波路部品は、その光導波路がゾルーゲル法で得られるガラスによって構成されるので、熱可塑性樹脂を基板とすることも可能である。したがって、基板に熱可塑性樹脂を用いた本発明の光導波路部品は可撓性に富み、フレキシブルカードなど、広汎な新規用途が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路部品の一例Aを示す。

【図2】本発明の光導波路部品の他の例Bを示す。

【図3】埋込型光導波路の断面図である。

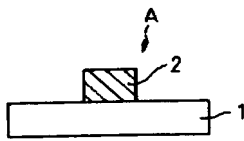
【図4】リッジ型光導波路の断面図である。

【図5】装荷型光導波路の断面図である。

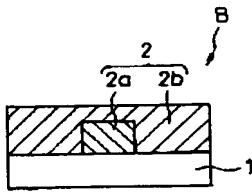
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光導波路
- 2a コア部
- 2b クラッド部
- 3 装荷材

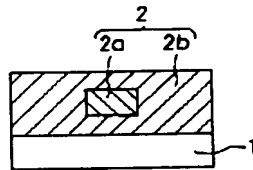
【図1】



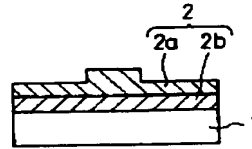
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

